

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**PROCEDE DE FABRICATION D'UN CYLINDRE BIMETALLIQUE POUR MACHINE  
A PISTONS, CYLINDRE BIMETALLIQUE OBTENU PAR CE PROCEDE, MOULE DE  
FONDERIE POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE ET PROCEDE DE  
FABRICATION DUDIT MOULE**

**Patent number:** FR2481969

**Publication date:** 1981-11-13

**Inventor:** ILIIN BORIS VASILIEVICH; MALTSEV NIKOLAI ALEXANDROVICH; MOZHAEV ALEXANDR SERGEEVICH; SVISTUNOV VIKTOR MIKHAILOVICH; AKHMETOV GENNADY SHAGAROVICH; MIKHAILOV ANATOLY MIKHAILOVICH; PAVLICHKOV KONSTANTIN AVRAAMOV; VOSTROVA TAMARA IVANOVNA; VYSOTSKAYA TAMARA ALEXANDROVIN; ZAKHAROV VYACHESLAV PANTELEIMO

**Also published as:**

DE3102820 (A1)

**Applicant:** INST TRAKTORNYKH KOMBAINOVYK (SU)

**Classification:**

- **international:** B22D19/16; F16J10/00

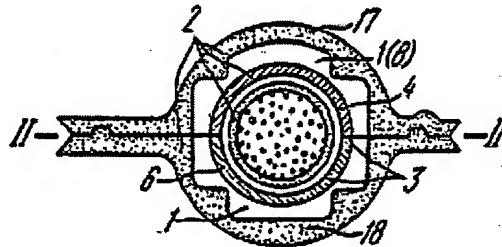
- **european:** B22D19/00A1

**Application number:** FR19810002151 19810204

**Priority number(s):** SU19802877996 19800205; SU19802885952 19800306; SU19802891903 19800319

**Abstract of FR2481969**

The method for the production of a bimetallic cylinder for a piston machine consists in that a cleaned insert (1), which represents the jacket (8) of a cylinder (7), is produced from aluminium, arranged in a casting mould (2) and treated with a flux (3), after which the molten cast iron (5) from which the cylinder liner (6) is produced is poured in. The cooled bimetallic cylinder (7) for a piston machine produced by this method consists of a cast-iron cylinder liner (6), which has intersecting reinforcing ribs, and of an aluminium cooling jacket (8) which surrounds the said liner. The casting mould (2) for the production of the cooled bimetallic cylinder (7) for a piston machine consists of two halves (17 and 18). Each half (17, 18) has a metal part and a part produced from the moulding material. The parts mentioned are sintered to one another. The metal part of the mould half (17, 18) represents half of the cylinder jacket (8), which is produced from aluminium. The method for the production of the mould (2) mentioned consists in that a pattern is first of all prepared, its shape corresponding to half the liner (6) of the cylinder mentioned. Half the aluminium jacket insert of this cylinder is then mounted on the pattern. The pattern with the insert (1) mounted on it is then heated. The moulding composition is then poured in and the sintering operation is carried out. The pattern (21)



**FIG. 2**

is then separated from the insert (1) and from the moulding composition sintered to it. In this way, one of the mould halves (17 or 18) mentioned is produced. The second mould half (17 or 18) is produced in a similar sequence of operations. The two mould halves are joined together to give a casting mould (2).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 481 969

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 02151**

(54) Procédé de fabrication d'un cylindre bimétallique pour machine à pistons, cylindre bimétallique obtenu par ce procédé, moule de fonderie pour la mise en œuvre du procédé et procédé de fabrication dudit moule.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 22 D 19/16; F 16 J 10/00.

(22) Date de dépôt..... 4 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : URSS, 5 février 1980, n° 2 877 996; 6 mars 1980, n° 2 885 952 et 19 mars 1980, n° 2 891 903.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 46 du 13-11-1981.

(71) Déposant : NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY KONSTRUKTORSKO-TEKHNOLOGICHESKY INSTITUT TRAKTORNYKH I KOMBAINOVYKH DVIGATELI et VLADIMIRSKY POLITEKHNI-CHESKY INSTITUT, résidant en URSS.

(72) Invention de : G. S. Akhmetov, A. S. Mozhaev, V. P. Zakharov, K. A. Pavlichkov, V. M. Svistunov, B. V. Iliin, A. M. Mikhailov, T. A. Vysotskaya, T. I. Vostrova, N. A. Maltsev, E. Gostishev et V. I. Kutyrkin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le domaine de la fonderie et a notamment pour objets un cylindre bimétallique de machine à pistons et un procédé de fabrication de ce cylindre. Dans un tel cylindre, chacun des métaux le 5 constituant est soumis pendant le fonctionnement du cylindre à sa propre charge fonctionnelle, qui résulte de ses propriétés physiques et chimiques spécifiques. En outre, l'invention a pour objets un moule de fonderie pour la fabrication desdits cylindres et un procédé de fabrication 10 dudit moule.

Ces cylindres composites peuvent être utilisés avec succès notamment dans la construction des moteurs à combustion interne refroidis par air, des compresseurs et d'autres machines et dispositifs à pistons, refroidis par 15 air.

La tendance à l'augmentation de la puissance au litre (poussée de puissance) des moteurs à combustion interne conduit à des conditions dans lesquelles les cylindres fabriqués en un seul alliage perdent rapidement 20 leurs possibilités thermophysiques et ne peuvent plus évacuer une certaine quantité de chaleur pour maintenir un régime thermique optimal de leur fonctionnement. Selon la solution la plus rationnelle de ce problème, on a recours à des cylindres bimétalliques dont la partie 25 ailetée de refroidissement du cylindre, dite chemise, est fabriquée en un alliage d'aluminium, alors que la partie active du cylindre, dite fourreau, est fabriquée en fonte. Dans cette conception, on a réuni d'une manière fructueuse une bonne tenue à l'usure et les propriétés antifrictions 30 du fourreau de fonte et une haute capacité de conduction thermique des ailettes d'aluminium. Il existe deux méthodes principales de fabrication de cylindres bimétalliques.

Selon l'une d'elles, on fixe par un procédé mécanique une chemise d'aluminium ou des ailettes sur un 35 fourreau de fonte.

Selon une autre méthode, on produit une pièce

coulée multicouche constituée par une fonte ou un acier pris en tant que composant de la pièce bimétallique coulée, et par de l'aluminium ou un alliage de celui-ci, pris en qualité de second composant.

5 Les procédés les plus répandus de fixation mécanique des éléments de refroidissement sont : le montage à la presse d'une chemise ailetée sur un fourreau et l'encaissement d'une bande spéciale d'aluminium dans une rainure spirale par roulement. Le profil de la rainure 10 taillée sur la surface extérieure de la chemise en fonte est en forme de queue d'aronde.

Les cylindres fabriqués de cette façon sont caractérisés pendant leur utilisation par une température plus basse et un refroidissement plus régulier suivant 15 leur circonférence. Toutefois, les essais visant à déterminer les performances d'utilisation ont fait apparaître une capacité insuffisante de fonctionnement de ces cylindres, qui est due aux grandes déformations des chemises et à leur solidité insuffisante. En outre, après les essais 20 thermocycliques, la différence notable des coefficients de dilatation linéaire de la fonte et de l'aluminium conduit à la formation, entre le fourreau de fonte et la chemise d'aluminium ou les ailettes encastrées dans la rainure, un espace d'air qui donne lieu à de mauvaises conditions 25 d'échange de la chaleur.

On connaît un procédé de production de cylindres de machines à pistons, dans lesquels la chemise est reliée au fourreau mécaniquement à l'aide de rainures, de queues d'aronde, d'orifices, etc. Ces cylindres sont insuffisamment fiables et caractérisés par une basse conduction 30 thermique. Pour cette raison, on ne les utilise actuellement que dans les mécanismes qui remplissent des fonctions simples et non essentielles. Les pellicules d'oxydes et l'espace d'air dans la zone de contact des alliages 35 empêchent fortement l'échange de chaleur entre ceux-ci.

Les procédés de fabrication de cylindres bimétalliques par coulée de deux couches sont plus

perfectionnés et prometteurs, car ils créent des conditions assurant non seulement une adhésion mécanique solide de la chemise ailetée au fourreau, mais aussi leur assemblage au niveau de la liaison métallique entre les alliages grâce 5 à la diffusion réciproque.

On connaît un procédé de production de cylindres bimétalliques selon lequel la liaison entre les composants du couple bimétallique s'effectue au moyen de la surface coulée rugueuse du métal dur d'une pièce intercalaire 10 (partie d'une pièce coulée bimétallique) placée dans le moule. On ne peut obtenir un assemblage satisfaisant à l'aide de ce procédé que par coulée sous haute pression de l'alliage d'aluminium, pendant laquelle l'alliage pénètre dans toutes les inégalités et tous les pores de 15 la pièce coulée intercalaire (brevet d'invention Grande-Bretagne N° 881258, cl. 83 (I) FI6A18, 1.11.1961 ; brevet France N° 1 243 340, cl. B 22 d 29.08.1960). Les cylindres produits par ce procédé sont caractérisés par une bonne conductibilité thermique. Cependant, un espace d'air peut se 20 former dans ces cylindres pendant leur utilisation, et altérer les conditions de transmission de la chaleur,

Selon un procédé connu de production de cylindres bimétalliques, dit "Alfer-Verbundguss" (brevet RFA n° 804636, cl. 48b, 108, C 23c, 1951), on obtient un 25 assemblage par diffusion des composants d'un couple bimétallique par soudage d'une pièce intercalaire en fonte usinée, nettoyée et aluminée, avec un alliage d'aluminium coulé dans le moule et formant une chemise à ailettes de refroidissement. Cependant, le nettoyage compliqué 30 comprenant plusieurs opérations et la préparation de la pièce intercalaire à l'aluminage dans un bain rendent difficile son application dans l'industrie.

Le procédé utilisé largement pour la production de cylindres bimétalliques, dit "Al-Fin Porcess" (brevet 35 Etats-Unis N° 2435991, cl. 164-75 et N° 2455457, cl 165-133, 1948) consiste à soumettre la pièce intercalaire en fonte usinée et nettoyée soigneusement, à un traitement préalable

par un fondant dans des sels fondus et à un aluminage dans un bain à haute température, à la poser rapidement dans une coquille et à la remplir d'alliage d'aluminium.

Le traitement au fondant dans les sels fondus  
5 permet d'obtenir une liaison fiable de la fonte avec l'aluminium.

Toutefois, la préparation assez compliquée de la pièce intercalaire à l'aluminage, les hautes températures et la complexité de sa réalisation (on a recours à plusieurs 10 bains et alliages), la nécessité d'une pose rapide de la pièce intercalaire dans le moule et d'un remplissage de ce dernier avec de l'alliage d'aluminium de la chemise compliquent dans une grande mesure et rendent difficile ce procédé.

15 On connaît aussi un procédé de fabrication de cylindres bimétalliques de machines à pistons avec liaison par diffusion des composants de la paire bimétallique, selon lequel une couche transitoire de diffusion est formée pendant l'aluminage sous l'action d'un courant continu d'un fondant, ou sous l'action d'oscillations vibratoires. Toutefois, par suite de sa grande complexité 20 technologique, ce procédé n'a pas trouvé une large application.

Les procédés de fabrication de cylindres bimétalliques de machines à pistons diffèrent, en général, 25 par la nature de la préparation de la surface des pièces intercalaires (enrobées de métal liquide formant les parties de la pièce coulée), par la composition des alliages d'aluminage, par le régime de la technologie de 30 leur réalisation. Ils se ramènent en général à la méthode consistant à enrober la pièce intercalaire en alliage de fer, usinée et nettoyée soigneusement, chaude et aluminée par un alliage d'aluminium formant la chemise, à réaliser l'assemblage des composants du couple bimétallique par 35 soudage pendant le formage de la pièce bimétallique dans un moule chauffé (coquille)

La résistance à la chaleur des cylindres

bimétalliques à couche transitoire de diffusion n'est inférieure qu'à celle des cylindres d'aluminium à surface chromée et est notablement supérieure à celle des cylindres bimétalliques à liaison mécanique ou à assemblage mécanique 5 (fixation) des alliages. La technologie non perfectionnée et compliquée de leur fabrication empêche leur utilisation sur une large échelle dans les machines à pistons, notamment dans les moteurs.

En analysant les procédés de fabrication de 10 cylindres bimétalliques, il convient de noter les faits suivants.

La diffusion de l'aluminium dans le fer commence à se développer fortement à des températures de l'ordre de 750 à 850°C et nécessite pour sa réalisation un temps 15 notable, environ plusieurs minutes, dans les limites de la formation de la couche transitoire de diffusion sur la pièce coulée bimétallique, et de ce fait, elle ne peut pas se développer de la manière voulue dans le moule dans lequel est placée la pièce intercalaire non aluminée lors 20 de la coulée de l'alliage d'aluminium formant la chemise. Cette diffusion est empêchée par le bas niveau thermique de l'interaction de la chemise coulée avec la pièce intercalaire, la haute vitesse de refroidissement de l'alliage d'aluminium coulé dans le moule, et, par 25 conséquent, l'absence du temps nécessaire, le mauvais mouillage de la pièce intercalaire par l'aluminium, etc. Pour cette raison, la formation de la couche transitoire de diffusion est réalisée, dans tous les procédés de fabrication des cylindres bimétalliques avec liaison par 30 diffusion entre les alliages, par des opérations distinctes pour lesquelles sont prévus un équipement et une technologie spécifiques. De toutes ces opérations, le nettoyage de la chemise de fonte ou d'acier comprenant l'usinage, le dégraissage, le lavage, etc. nécessaires 35 au mouillage de la pièce intercalaire par l'alliage d'aluminium et l'autoaluminiage comprenant l'immersion de la pièce intercalaire dans le bain d'aluminium fondu, son

chauffage jusqu'à la température de diffusion active de l'aluminium dans le fer, le maintien de la pièce intercalaire dans le bain d'aluminiage pendant 1 à 10 minutes, l'extraction de la pièce intercalaire du bain et son

5 positionnement rapide dans le moule, sont les opérations principales et les plus importantes. Le positionnement rapide est nécessaire à la conservation d'une haute température de la pièce intercalaire aluminée pour qu'elle puisse se souder à l'alliage d'aluminium versé dans le

10 moule et formant la chemise. Pour éviter un refroidissement rapide de l'aluminium liquide, il faut chauffer le moule. Cela détermine la conception du moule, qui est exécuté en métal sous forme d'une coquille composite contenant des éléments propres à la conception classique des coquilles.

15 La conception compliquée, le régime de travail intense quant au temps et à la température, la main-d'œuvre importante et l'utilisation compliquée, le coût notable des coquilles et leur faible solidité, due à la haute température de coulée de l'alliage d'aluminium et à

20 sa haute capacité réactionnelle rendent difficile et peu rentable l'utilisation des coquilles dans les procédés de fabrication de pièces coulées bimétalliques.

Le procédé de fabrication de cylindres bimétalliques par la méthode "Al-Fin Process" (brevet Etats 25 Unis N° 2396730, cl. nat. 164-75, 1946; N° 2455457 cl. nat. 165-133, 1948) est le plus proche du procédé conforme à l'invention par son essence technique et par les résultats obtenus.

L'essentiel du procédé technologique consiste 30 en ce qui suit.

Tout d'abord, on usine la pièce intercalaire de fonte ou d'acier qui constitue le fourreau du cylindre bimétallique. Ensuite on nettoie soigneusement la surface de la pièce intercalaire à aluminer de toutes les substances 35 étrangères : oxydes, boues, taches de graisse, etc., qui nuisent à la mouillabilité de la fonte par l'alliage d'aluminiage et empêchent, par conséquent, la formation

d'une liaison solide. Les surfaces de la pièce intercalaire qu'en ne doit pas soumettre à l'aluminiage sont revêtues de peintures de protection. Le nettoyage étant terminé, on réalise l'aluminiage de la surface de contact. A cet effet, on immerge la pièce intercalaire dans le bain d'aluminium pur ou de ses alliages. La température du bain est voisine de 830 à 890°C et dépend de la composition de l'alliage d'aluminiage. Une couche transitoire d'épaisseur requise se forme à cette température après 1 à 6 minutes.

5 Pour le réglage de l'épaisseur de la couche de diffusion on fait appel à un deuxième bain d'alliage aluminium-silicium contenant 13% de Si et porté à une température d'environ 540 à 680°C. La température de ce bain ne doit pas être inférieure à la température de solidification de

10 l'alliage d'aluminiage, car, dans le cas contraire, la couche de métal du premier bain qui reste sur la pièce intercalaire se solidifie. Le deuxième bain est destiné principalement à l'interruption de l'augmentation de l'épaisseur de la couche transitoire et à la préparation

15 de la surface de la pièce intercalaire à la coulée. Le deuxième bain remplit aussi d'autres fonctions. Une pellicule épaisse d'oxyde d'aluminium ( $Al_2O_3$ ) se forme sur la surface de l'aluminium par suite de la haute température d'aluminiage (approximativement 830 à 890°C) lors de

20

25 l'extraction de la pièce intercalaire du premier bain d'aluminiage. Ainsi, par exemple, après l'immersion dans le deuxième bain, la couche d'aluminium adjacente à la pièce intercalaire s'échauffe, sa fluidité s'élève, ce qui contribue à l'élimination des oxydes de la surface de la

30 pièce intercalaire aluminée.

Après avoir maintenu la pièce intercalaire dans le deuxième bain, on la place rapidement dans le moule et on remplit immédiatement le moule avec l'alliage d'aluminium destiné à former la chemise. Après solidification, on 35 ouvre le moule et on retire la pièce coulée bimétallique. A l'aide de cette technologie, on obtient une chemise

massive d'aluminium dans laquelle on taille des ailettes de refroidissement.

Il faut prendre en considération que ce procédé nécessite un nettoyage soigné de la pièce intercalaire 5 pour la débarrasser des taches de graisse, des oxydes et de la crasse pour assurer un mouillage parfait de ladite pièce par l'alliage d'aluminage, car il est impossible d'obtenir une bonne couche de diffusion sans ce nettoyage.

La haute température d'aluminage, voisine de 10 900°C, et la nécessité de faire appel à plusieurs bains pour sa réalisation, compliquent dans une grande mesure le procédé, exigent une grande consommation d'énergie, un équipement approprié pour la fusion, le maintien de la composition prescrite des bains d'aluminage, et une 15 consommation notable d'alliage d'aluminage, car l'élévation de la température provoque l'augmentation de la solubilité du fer dans l'aluminium, et l'alliage devient inutilisable. Il y a un risque d'oxydation de la couche aluminée et, par conséquent, une baisse de sa qualité.

20 La nécessité de maintenir un niveau déterminé du chauffage de la pièce intercalaire aluminée et du moule, de réaliser son positionnement rapide dans le moule, son remplissage avec de l'alliage d'aluminium, rendent le régime de coulée des cylindres bimétalliques et son maintien très rigide 25 et difficile à réaliser. Ainsi, le procédé dit "Al-Fin Process" est caractérisé par les mêmes inconvénients et problèmes qu'on doit surmonter lors de la production de pièces coulées bimétalliques avec liaison métallique par diffusion entre les alliages, et notamment :

30 - la nécessité d'assurer la mouillabilité des pièces intercalaires;  
 - l'intensification de la formation de la couche de diffusion lors de l'aluminage;  
 - la protection de la couche aluminée contre 35 l'oxydation.

Le but de la présente invention consiste à simplifier notamment le procédé technologique de

fabrication du cylindre bimétallique de la machine à pistons et d'élever en même temps la qualité de la pièce coulée.

On s'est donc proposé de mettre au point un 5 procédé de fabrication de cylindres bimétalliques coulés, qui permettrait, grâce à une modification de l'ordre de succession des opérations technologiques, de renforcer sensiblement la liaison des métaux entre eux, d'élever les propriétés physiques et mécaniques du cylindre bimétallique et de simplifier notablement le moule pour la 10 production de la pièce coulée, ainsi que le procédé de fabrication dudit moule.

Le problème ainsi posé est résolu en ce que le 15 procédé de fabrication de cylindres bimétalliques, du type dans lequel une pièce intercalaire fabriquée en l'un des composants du couple bimétallique et nettoyée est placée dans un moule qui est ensuite rempli d'un métal fondu constituant le deuxième composant dudit couple bimétallique, après quoi la pièce coulée obtenue est refroidie et retirée 20 du moule, est caractérisé, suivant l'invention, en ce que la pièce intercalaire, constituant la chemise du cylindre, est réalisée en alliage d'aluminium, traitée avec un fondant, après quoi on remplit ledit moule de fonte destinée à former le fourreau du cylindre.

25 Cela donne la possibilité de simplifier notablement tout le procédé technologique de fabrication des cylindres bimétalliques d'une machine à pistons et d'élever en même temps les propriétés physiques et mécaniques de la pièce coulée produite.

30 Pendant la période de formation de la pièce bimétallique coulée, il est avantageux de refroidir la pièce intercalaire en aluminium.

35 Cela permet de produire des cylindres bimétalliques compliqués à parois différentes, de diminuer le niveau des contraintes dans le cylindre et de réduire par conséquent la déformation du cylindre, c'est-à-dire d'en améliorer les caractéristiques mécaniques.

Il est avantageux de retirer le cylindre bimétallique du moule à une température de 300 à 400°C.

Un tel intervalle de températures donne la possibilité de conserver ses propriétés mécaniques et de 5 réduire en outre le temps de fabrication du cylindre.

Le traitement par le fondant peut être réalisé simultanément avec la coulée de la fonte dans le moule.

Cela permet de simplifier notamment le processus d'apport du fondant sur la surface de contact de 10 la pièce intercalaire, d'améliorer la qualité de l'élimination des oxydes de celle-ci et de son mouillage par la fonte.

Le problème précité est résolu aussi du fait que le cylindre bimétallique de machine à pistons, constitué 15 par un fourreau de fonte entouré d'une chemise d'aluminium, est caractérisé, selon l'invention, en ce que la surface du fourreau se trouvant en contact avec la chemise est munie de nervures de renforcement longitudinales et transversales ne dépassant pas les cotes d'encombrement 20 du corps de la chemise.

Une telle réalisation du cylindre bimétallique de la machine à pistons assure une augmentation de la résistance mécanique et de la rigidité de la construction du cylindre, une élévation notable de la solidité de la 25 liaison des alliages et une amélioration de l'extraction de la chaleur du cylindre pendant son utilisation.

La partie supérieure du fourreau peut être réalisée divergente.

Cela permet de renforcer la partie du cylindre 30 qui est soumise à une plus grande chaleur et une plus forte charge.

La génératrice de la surface extérieure du fourreau peut être réalisée sous forme d'une ellipse.

Un tel profil du fourreau assure une résistance 35 maximale à l'ensemble de charges engendrées dans la construction du cylindre pendant son utilisation, les paramètres aérodynamiques étant conservés suivant sa

hauteur.

Il est avantageux de réaliser l'ailette de refroidissement supérieure du cylindre d'une seule pièce avec le fourreau de fonte, ce qui permet de renforcer la 5 partie supérieure du cylindre bimétallique, d'augmenter sa longévité en service.

Il est avantageux de disposer la chemise du cylindre entre son bord de butée inférieur et son ailette de refroidissement supérieure.

10 Cette disposition de la chemise permet de déformer tant la chemise que le fourreau du cylindre bimétallique simultanément et d'une manière coordonnée lors du serrage des goujons d'ancrage, ce qui permet de supprimer les contraintes sur la surface de contact.

15 Il est avantageux de réaliser, sur la surface de la chemise de refroidissement orientée vers la fonte coulée destinée à former la chemise, un réseau de canaux formant des nervures de renforcement sur le corps du fourreau.

20 On obtient ainsi la possibilité de fermer un réseau de nervures de renforcement sans altérer les paramètres aérodynamiques du cylindre, les frais et le travail étant maximaux.

25 Il est possible de prévoir des ailettes de refroidissement sur la surface extérieure de la chemise de refroidissement, et de disposer les canaux pratiqués sur la surface intérieure en face des ailettes de refroidissement, ce qui permet d'augmenter la profondeur des canaux jusqu'à l'épaisseur du corps de la chemise.

30 Le problème précité est résolu aussi du fait que le moule pour la fabrication de cylindres bimétalliques de machines à pistons, constitué par deux demi-moules, est caractérisé, selon l'invention, en ce que chacun des demi-moules possède une partie métallique constituant une 35 moitié de la chemise du cylindre et une partie en sable de moulage agglomérée avec la partie métallique du demi-moule.

Une telle réalisation du moule simplifie dans une grande mesure le procédé technologique de fabrication de cylindres bimétalliques; autrement dit, on n'a plus besoin de chauffer, d'aluminer et de placer rapidement la 5 pièce intercalaire dans le moule.

En outre, cela permet de simplifier la conception du moule, de l'équipement pour sa fabrication et son utilisation, de diminuer les frais de fabrication du moule et les frais pour la mise en œuvre de l'ensemble du 10 procédé technologique de fabrication des cylindres.

Il est avantageux que la partie métallique du moule soit munie d'une masselotte.

Ceci permet de compenser les pertes éventuelles d'aluminium liquide se formant lors de la fusion de la 15 pièce intercalaire et remplissant les jeux, les pores, etc., et de conserver ainsi une haute qualité de la chemise.

Il est possible d'appliquer un fondant sur la partie métallique de chaque demi-moule suivant son plan d'assemblage, et sur chacune des surfaces entrant en 20 contact avec la fonte coulée.

Ceci permet d'affiner la surface de contact de la pièce intercalaire d'aluminium d'une manière efficace et d'assurer une bonne mouillabilité de la surface par la fonte liquide pendant sa coulée dans le moule.

25 Le problème précité est résolu aussi du fait que le procédé de fabrication d'un moule constitué par deux demi-moules pour la fabrication de cylindres bimétalliques de machines à pistons, est caractérisé, suivant l'invention, en ce que chaque demi-moule est réalisé de la 30 manière suivante : on fabrique d'abord un modèle suivant la forme de la moitié du fourreau du cylindre; on recouvre d'une composition de séparation la surface du moule; ensuite, sur le modèle de la moitié du fourreau, sur sa surface destinée à entrer en contact avec la surface 35 intérieure de la moitié de la chemise, on place la moitié en aluminium de la chemise, qui sert ainsi de pièce intercalaire dans le demi-moule à obtenir; on chauffe le

modèle du demi-fourreau avec la pièce intercalaire montée sur celui-ci; on soumet au frittage le sable de moulage; puis on sépare le modèle de la moitié du fourreau de la pièce intercalaire et du sable de moulage fritté, en 5 obtenant ainsi un demi-moule; en opérant suivant un ordre de succession analogue des opérations, on produit un deuxième demi-moule identique au premier; on relie les deux demi-moules entre eux en obtenant ainsi le moule désiré.

10 Cela permet de simplifier notamment le procédé technologique de fabrication des cylindres bimétalliques des machines à pistons.

15 Il est possible d'appliquer un fondant sur celle des surfaces de la pièce intercalaire de chacun desdits demi-moules qui est destinée à entrer en contact avec la fonte coulée formant le fourreau.

On assure ainsi l'affinage des surfaces de contact et une liaison solide par diffusion des composants du couple bimétallique entre eux.

20 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins 25 non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une coupe du cylindre bimétallique suivant le plan d'assemblage du moule, selon l'invention;

30 - la figure 2 représente une coupe transversale à travers le moule à l'état assemblé, selon l'invention;

- la figure 3 représente une partie du moule rempli de fonte liquide avec le fondant sur la surface du métal, selon l'invention;

35 - la figure 4 est une vue axonométrique du cylindre bimétallique de machine à pistons, selon l'invention;

- la figure 5 représente une partie du moule pour la coulée d'un cylindre bimétallique, renfermant un

fondant dans sa cavité, selon l'invention;

- la figure 6 représente une partie du moule pour la coulée d'un cylindre bimétallique, muni d'une poche à fondant, selon l'invention;

5 - la figure 7 représente une partie du moule au cours de son remplissage avec de la fonte liquide avec une couche de fondant d'affinage liquide sur la surface du métal, selon l'invention;

10 - la figure 8 est une vue en coupe axiale du cylindre, selon l'invention;

- la figure 9 est une vue en coupe transversale, suivant IX-IX de la figure 8, du cylindre bimétallique d'une machine à pistons, selon l'invention;

15 - la figure 10 représente une pièce intercalaire réalisée sous forme de chemise de refroidissement du cylindre (vue axonométrique), selon l'invention;

- la figure 11 est une vue en coupe du moule pour la fabrication de cylindres suivant la ligne d'assemblage, selon l'invention;

20 - la figure 12 illustre la mise en place de la pièce intercalaire sur le modèle, selon l'invention;

- la figure 13 montre un modèle sur lequel est montée une pièce intercalaire enrobée de sable de moulage, selon l'invention;

25 - la figure 14 illustre l'enlèvement de dessus le modèle du moule de fonderie avec la pièce intercalaire rigidement formée dans celui-ci.

Le procédé revendiqué de fabrication d'un cylindre bimétallique de machine à pistons dans un moule de coulée consiste en ce qui suit.

30 La pièce intercalaire 1 en alliage d'aluminium (figure 1) constituant l'un des composants du couple bimétallique de métaux est soumise au nettoyage. Le nettoyage de la pièce intercalaire 1 se fait selon un 35 procédé connu quelconque, par exemple au moyen de sable de fonte ou de brosses d'acier. La pièce intercalaire 1 est placée dans un moule 2 (figure 2) où elle est soumise à

l'action du fondant 3 (figure 2, figure 3) qui réagit activement avec la pellicule d'oxyde sur la surface de contact 4 (figure 3) de la pièce intercalaire d'aluminium 1 et améliore sa mouillabilité par la fonte. Comme fondant 3, 5 il est possible d'utiliser l'une des compositions connues utilisées pour le brasage ou le soudage de l'aluminium.

On remplit le moule 2 avec de la fonte 5 (figure 3) destinée à former le fourreau 6 (figure 1) du cylindre coulé 7. En s'accumulant dans le moule 2, la fonte liquide 5 10 (figure 3) entre en contact avec la pièce intercalaire 1, le fondant 3 fond sur sa surface et fait fondre la pellicule d'oxyde en assurant ainsi un bon mouillage de la surface de l'aluminium par la fonte liquide 5.

En outre, le fondant liquide 3 crée une pellicule 15 de protection tant sur la surface de l'aluminium que sur la surface montante de la fonte 5. La température relativement élevée (environ 1350°C) de la fonte 5 remplissant le moule, l'action d'affinage et de protection du fondant 3, la présence d'une phase métallique liquide pendant un temps 20 prolongé, créent les conditions nécessaires au déroulement intense d'une diffusion réciproque des éléments des alliages entrant en interaction. C'est d'abord la fonte 5 qui passe à l'état liquide, puis, une fois que la fonte 5 s'est solidifiée, c'est l'aluminium qui fond et passe lui aussi 25 à l'état liquide à la suite de l'échange de chaleur entre la pièce intercalaire d'aluminium 1 et le fourreau 6 en fonte coulée. Cette diffusion est favorisée aussi par le fait que l'interaction entre les alliages formant la pièce bimétallique coulée 7 se déroule dans l'espace clos du 30 moule 2 en mélange sable-résine, dans son atmosphère réductrice. La composition de cette atmosphère peut être réglée, au besoin, par introduction dans le moule 2 d'additifs sublimants actifs vis-à-vis de l'oxyde d'aluminium.

35 Pendant la période de formation de la pièce bimétallique coulée 7, la pièce intercalaire d'aluminium 1 peut être refroidie par n'importe quel procédé connu, par

exemple par amenée d'un agent de refroidissement ou par utilisation locale de sable de moulage à haute capacité d'accumulation de la chaleur, caractérisée par le facteur de forme =  $\sqrt{c \gamma \lambda}$

5 où  $c$  est la capacité calorifique du sable de moulage;  
 $\gamma$  est la densité du sable de moulage;  
 $\lambda$  est la conductibilité thermique du sable de moulage.

10 Cette méthode est avantageuse surtout en cas de fabrication d'une pièce coulée à parois différentes.

La formation de la pièce bimétallique coulée 7 peut être réalisée en faisant fondre la pièce intercalaire d'aluminium 1 soit complètement, soit partiellement (fusion partielle). En cas de fusion complète de la pièce intercalaire d'aluminium 1, il faut respecter les conditions suivantes :

20 - la variation de la contenance thermique de la fonte 5, de la température de coulée à la température d'interaction des alliages de la pièce bimétallique coulée, doit être supérieure à la somme des enthalpies de la pièce intercalaire fondue 1 et du moule 2 à la température d'interaction des alliages de la pièce bimétallique coulée 7.  
D'une manière analytique cette condition s'écrit comme suit :

$$25 C_I \cdot m_1 (t_{1-3} - t_{1-2}) + q_1 \cdot m_1 + c_1 \cdot m_1 (t_{1-2} - t_1) > C_2 \cdot m_2 (t_{2-2} - t_0) + q_2 \cdot m_2 + c_{II} \cdot m_2 (t_1 - t_{2-2}) + c_2 \cdot m_3 (t_1 - t_0),$$

30 où  $m_1$ ;  $m_2$ ;  $m_3$  - masse du fourreau de fonte 6, de la pièce intercalaire d'aluminium 1, du moule 2, respectivement;  
 $c_1$ ;  $c_2$ ;  $c_3$  - enthalpies de la fonte 5, de la pièce intercalaire 1 et du matériau du moule 2 à l'état solide, respectivement;

35  $c_I$ ;  $c_{II}$  - enthalpies de la fonte 5 et de la pièce intercalaire 1 à l'état liquide, respectivement;

$q_1$ ;  $q_2$  - chaleur latente de la fusion de la fonte 5 et de l'aluminium de la pièce intercalaire 1, respectivement;

$t_{1-3}$  - température de coulée de la fonte 5;  
 $t_{(1-2)}$  - température de fusion de la fonte 5;  
 $t_{2-2}$  - température de fusion de l'alliage d'aluminium de la pièce intercalaire 1;  
5       $t_1$  - température de l'interaction active des alliages de la pièce bimétallique coulée 7;  
 $t_0$  - température du milieu ambiant.

10      Si ces conditions ne sont pas respectées, la pièce intercalaire d'aluminium 1 fond partiellement. On peut aussi inhiber la fusion de la pièce intercalaire 1 par son refroidissement.

15      En cas de fusion de la pièce intercalaire 1 (figure 3), le processus de formation de la pièce bimétallique 7 se déroule de la manière suivante. La fonte 5 remplissant le moule entre en contact avec la pièce intercalaire d'aluminium 1 au fur et à mesure que le miroir du métal monte, met en fusion le fondant 3 sur la surface de l'aluminium. La surface de contact 4 est alors débarrassée des oxydes et il se produit un mouillage total 20 de l'aluminium de la pièce intercalaire 1 par la fonte 5. En outre, il se produit une diffusion du fer dans l'aluminium, et il se forme une couche transitoire de diffusion. A ce moment, la pièce intercalaire 1 s'est réchauffée et la fonte 5 s'est solidifiée. Au cours 25 de la transmission de la chaleur, la pièce intercalaire 1 fond et l'aluminium liquide se surchauffe. C'est le début de la deuxième période de formation de la zone transitoire, pendant laquelle se produit la diffusion de l'aluminium dans le fourreau de fonte 6 solidifiée (figure 1). La 30 transmission de la chaleur continuant, il arrive un moment où la température de la pièce intercalaire 1 et celle du fourreau 6 s'égalisent, et ils commencent à se refroidir simultanément et d'une manière coordonnée. Après que la température ait atteint la température de solidification 35 de l'aluminium sur la couche transitoire de diffusion du fourreau de fonte 6, la chemise à ailettes d'aluminium 8

(figure 4) se solidifie sur la couche transitoire de diffusion du fourreau de fonte 6. A une température de l'ordre de 300 à 400°C, on retire du moule la pièce bimétallique coulée. Ainsi, un cycle complet de processus physiques et chimiques assurant la formation de la liaison de diffusion entre la pièce intercalaire 1 (figure 1) et le fourreau 6 de la pièce bimétallique 7 s'effectue pendant la formation de la pièce bimétallique coulée directement dans le moule.

Conformément à l'invention, le traitement par le fondant 3 (figure 3) peut être réalisé simultanément avec la coulée de la fonte 5 dans le moule. Ceci est obtenu en introduisant le fondant 3 directement dans la cavité 9 (figure 5) du moule 2 ou dans les récipients technologiques 10 (figure 6) mis en communication avec la partie de fond du moule 2. Pendant la période de coulée de la fonte liquide 5 (figures 3 et 7), par suite de la chaleur de surchauffe provoquée par le métal et grâce au faible poids spécifique (compris entre 2 et 2,5 g/cm<sup>3</sup>), le fondant 3 monte à la surface de la fonte 5 et s'y trouve sous forme d'une couche fondu 11. Au fur et à mesure que la cavité 9 du moule 2 se remplit de métal, le fondant 3 est chassé progressivement, par suite de la montée du niveau du métal, vers la partie du moule 2 où se trouve la pièce intercalaire 1, et entre en contact et en interaction avec elle. Il dissout, détruit la couche d'oxydes sur la surface de la pièce intercalaire d'aluminium 1, en libérant ainsi la surface métallique de l'aluminium en vue de son interaction avec la fonte liquide 5 exempte d'oxydes, protégée contre l'atmosphère par la couche fondu 11. Ainsi se créent des conditions favorables pour l'interaction par diffusion de la pièce intercalaire 1 et de la fonte coulée 5 : propreté des phases entrant en contact, état liquide de l'un des alliages et bon mouillage des alliages non pas dans l'air oxydant, mais dans le fondant fondu.

Dans ce cas, les produits d'affinage sont enlevés par les couches montantes de fondant 11 et de fonte 5,

l'interaction a lieu sous la couche de fondant 11, et on n'a plus besoin de préparer des solutions de fondant pour son application sur la surface de la pièce d'aluminium 1 dans le moule 2; le procédé technologique de fabrication 5 de pièces coulées bimétalliques est simplifié, ce qui assure, en définitive, une amélioration de la qualité des cylindres bimétalliques produits à partir de ces pièces coulées.

Conformément à l'invention, le cylindre bimétallique (figure 4) pour machine à pistons, fabriqué 10 selon le procédé qu'on vient de décrire, est une construction bimétallique coulée constituée par deux parties remplissant des fonctions importantes : un fourreau porteur solide 6 fabriqué en fonte et une chemise de refroidissement 8 conductrice de chaleur, réalisé en aluminium (ex-pièce 15 intercalaire 1), qui sont assemblés entre eux par soudage dans un moule 2 pour former une seule pièce, autrement dit, par liaison métallique de diffusion. Du côté de la surface orientée vers la chemise 8, le fourreau 6 comporte des nervures de renforcement 12 qui s'entrecroisent sans 20 dépasser les cotes d'encombrement du corps de la chemise 8, c'est-à-dire n'influent pas sur les propriétés aérodynamiques du cylindre du fait que la section efficace de l'espace entre les nervures reste invariable. Le réseau 25 de nervures de renforcement 12 sur le corps de la chemise 8 permet de résoudre une série de problèmes techniques importants :

- accroissement de la solidité et de la rigidité de la construction du cylindre bimétallique, du fait que la construction nervurée est plus rigide, solide et plus 30 apte à fonctionner, pour une même aire de section, et encore plus quand l'aire de section est augmentée grâce à la surface des nervures de renforcement 12;

- diminution, en conservant à l'aide des nervures 12 la solidité et la rigidité globales du cylindre bimétallique, de l'épaisseur de la paroi à faible conductibilité thermique du fourreau de fonte 6, et amélioration, de cette manière, de l'évacuation de la chaleur du miroir 35

du cylindre;

- augmentation , au moyen de la disposition des nervures 12 dans le corps de la chemise 8, de la surface de contact du fourreau 6 avec l'alliage d'aluminium de 5 la chemise 8, et par conséquent, amélioration de la transmission de la chaleur entre ceux-ci;

- augmentation de la solidité de la liaison entre les alliages du cylindre bimétallique, tant par augmentation de la surface de contact entre la chemise 8 10 et le fourreau 6 que par la mise en jeu d'un freinage mécanique des déformations entre ceux-ci, car le réseau de nervures de renforcement 12 sur la surface de contact améliore notablement les conditions de travail de la zone transitoire entre les alliages et empêche le développement 15 de hautes contraintes de concentration, car, grâce aux nervures 12, la déformation se répartit sur un volume sensiblement plus important du métal;

- amélioration des performances d'utilisation des pièces du groupe cylindre-piston en commandant la 20 déformation du cylindre et en conservant une déformation uniforme suivant tout le périmètre et la hauteur du cylindre, en variant la valeur, le profil et la fréquence de disposition des nervures de renforcement 12 aux endroits des déformations maximales;

25 - unification des cylindres monométalliques et bimétalliques ailetés , dont les paramètres géométriques et ceux de construction sont identiques, en assurant un accroissement de la poussée de la puissance du moteur; il est possible d'accroître l'économie de combustible du moteur, pour une même puissance, en diminuant les pertes 30 pour l'entraînement du ventilateur, et de conserver le procédé technologique de coulée et d'usinage des cylindres.

35 La partie supérieure du fourreau 6 (figure 8) du cylindre peut avoir une épaisseur croissante. L'épaisseur du fourreau 6 allant en augmentant du milieu de sa partie de travail vers sa partie supérieure renforce notablement cette partie supérieure ( la partie la plus vulnérable

du cylindre d'une machine à piston, par exemple d'un moteur Diesel).

La génératrice de la surface extérieure du fourreau 6 du cylindre peut être réalisé en forme d'ellipse 5 exprimée par l'équation :

$$y^2 = 8x - 0,04 x^2$$

où les axes "x" et "y" sont disposés de la manière suivante :

- l'axe "x" est décalé, parallèlement à l'axe 10 du cylindre, d'une valeur de  $0,45 H$  ( $H$  = hauteur du cylindre) et est orienté vers le vilebrequin (non représenté sur les dessins);

- l'axe "y" est perpendiculaire à l'axe "x" et disposé en haut, à une distance  $0,14 H$  ( $H$  = hauteur du 15 cylindre) de la face en bout supérieure du cylindre.

L'augmentation de l'épaisseur de la section du fourreau 6 (figure 8) à sa partie supérieure et la forme en ellipse de la génératrice de sa surface extérieure favorisent dans une plus grande mesure l'aptitude au 20 fonctionnement et la résistance mécanique du cylindre soumis à l'action de l'ensemble des charges engendrées au cours de l'assemblage du moteur et de son utilisation. Le profil variable de la section longitudinale du fourreau 6 du cylindre assure ses paramètres de résistance mécanique.

25 Sous l'action des efforts de serrage, de la pression de travail des gaz, des moments de flexion et des charges thermiques, le cylindre se déforme différemment suivant sa hauteur et suivant son périmètre. Pour égaliser la déformation du cylindre, on a prévu la section variable 30 du fourreau 6 suivant sa hauteur.

35 L'ailette de refroidissement supérieure 13 (figure 9) du cylindre peut être fabriquée d'une seule pièce avec la chemise de fonte 6, c'est-à-dire en un matériau plus résistant, ce qui protège les autres ailettes de refroidissement 14 de la chemise d'aluminium 8 contre les déformations dues aux chocs éventuels, aux chutes pendant

la fabrication et le transport du cylindre bimétallique, rendant ainsi ledit cylindre plus apte au transport.

De plus, l'ailette supérieure 13 (figure 9) réalisée d'une seule pièce avec le fourreau 6 et pleine 5 (sans trous pour des goujons) a un effet de renforcement supplémentaire sur la partie supérieure du cylindre bimétallique.

La chemise de refroidissement 8 (figure 8) du cylindre est logée entre son bord de butée inférieur 15 10 et l'ailette de refroidissement supérieure 13. Une telle conception supprime l'éventualité de la formation de contraintes de contact dans la zone de transition entre la chemise 8 et le fourreau 6 sous l'action de la force de serrage des goujons à travers la culasse (non représentés) 15 sur le fourreau 6 du cylindre, du fait que la chemise 8 et le fourreau 6 se déforment d'une manière coordonnée.

Du côté de sa surface 4 orientée vers la fonte coulée 5 formant le fourreau 6, la chemise de refroidissement 8 (pièce intercalaire 1, figure 7) est pourvue d'un réseau de canaux 16 (figure 10) qui forment, sur le corps du fourreau 6 (figure 4, figure 8), des nervures de renforcement 12. La chemise 8 faisant office, dans le moule 2, de pièce intercalaire 1 (figure 1), c'est-à-dire 25 d'une partie constitutive du moule 2, permet de former le réseau nécessaire de nervures de renforcement 12 (figure 4) sur le fourreau 6 du cylindre bimétallique par un procédé simple, facile à réaliser et peu coûteux. La chemise 8 (figure 10) est habituellement obtenue par 30 coulée sous pression ou bien en coquille, c'est pourquoi la formation du réseau de canaux 16 ne soulève aucune difficulté notable, alors que l'obtention d'un réseau similaire de nervures de renforcement sur le fourreau de fonte des cylindres bimétalliques fabriqués selon d'autres 35 procédés n'est pas possible.

La chemise de refroidissement 8 (figure 4) est pourvue sur sa surface extérieure d'ailettes de

refroidissement 14 soufflées par un courant d'air. En combinant les ailettes de refroidissement extérieures 14 de la chemise 8 et le réseau de nervures de renforcement 12 du fourreau 6 se trouvant dans son corps et soudées avec 5 celui-ci par fusion de façon à former avec lui une seule pièce, on a obtenu une augmentation maximale de la conductibilité thermique du cylindre bimétallique.

Les canaux 16 (figure 10) peuvent être disposés en face des ailettes de refroidissement 14. En utilisant 10 l'élargissement des ailettes de refroidissement 14 (figure 4) près de leur base, on peut augmenter la hauteur des nervures de renforcement transversales 12 jusqu'à 1 l'épaisseur du corps de la chemise 8 et obtenir ainsi une augmentation supplémentaire des caractéristiques de 15 résistance mécanique du cylindre bimétallique.

Le moule 2 (figure 2) pour la fabrication du cylindre bimétallique d'une machine à pistons est composé de deux demi-moules 17, 18 (figure 2), dont chacun possède une partie métallique constituée par la pièce intercalaire 1 (figure 11) formant une moitié de la chemise 8 du cylindre, et une partie 19 formée de sable de fonderie agglomérée avec la partie métallique (1) du demi-moule. Les jeux entre la partie 19 du moule formée de sable de fonderie et la partie constituant la moitié de la chemise, 25 autrement dit, la pièce intercalaire 1, sont supprimés totalement. Une croûte dure de fonte qui, par la suite, après la fusion de la pièce intercalaire 1, isole 1 l'aluminium liquide du reste de l'espace intérieur du moule 2, se forme sur la surface de contact 4 de la pièce 30 intercalaire 1 du moule 2 après la coulée de la fonte liquide 5. L'absence de jeux et de dépouilles garanties, nécessaires, dans les autres procédés de coulée de cylindres bimétalliques, au positionnement des pièces intercalaires dans le moule, permet d'élever la précision géométrique 35 des pièces bimétalliques coulées, de supprimer les fuites d'aluminium du moule et, par conséquent, d'élever la qualité de la pièce coulée. La construction revendiquée

du moule 2 (figure 2, figure 11) permet de simplifier notamment le processus technologique de fabrication des pièces bimétalliques, car on n'a plus besoin de chauffer le moule et de poser rapidement la pièce intercalaire 1 dans celui-ci.

La partie métallique (la pièce intercalaire 1 du moule 2) est munie d'une masselotte 20 (figure 11). La masselotte 20 assure la conservation de la forme et des dimensions de la chemise 8 se solidifiant à partir de la pièce intercalaire 1 (figure 1) sur la surface du fourreau de fonte 6 lors de la formation de la pièce bimétallique coulée. Avec la pièce intercalaire 1 du moule 2, la fonte 5 (figure 7) forme pendant sa solidification une croûte de phase solide sur la surface de contact. Cette croûte subit pendant son refroidissement un retrait volumique à la suite duquel il se forme un jeu. La partie métallique en aluminium (pièce intercalaire 1 du moule 2) qui fond au contact de la fonte 5 remplit ce jeu. Pour compenser ces pertes et d'autres pertes éventuelles, on a prévu une masselotte 20 (figure 1) sur la partie métallique du moule.

Le fondant 3 (figure 2) est appliqué sur la partie métallique, autrement dit, sur la pièce intercalaire 1 (figure 2) de chaque demi-moule 17, 18 suivant leur plan d'assemblage, et sur la surface 4 entrant en contact avec la fonte coulée. La présence, dans le moule, des parties métalliques élargit notablement les possibilités technologiques pour la production de pièces bimétalliques coulées compliquées. Toutefois, la liaison de ces parties entre elles nécessite une couche de fondant d'affinage 3 sur les surfaces de contact tant des pièces intercalaires elles-mêmes que sur les surfaces entrant en contact avec la fonte. Le fondant 3 (figure 3) débarrasse les surfaces de contact des oxydes et des impuretés et, par conséquent, assure un assemblage solide des alliages. Le fondant 3 enlève la couche d'oxydes d'aluminium de la surface de la pièce intercalaire 1 et la pellicule d'oxyde de la surface de la

fonte 5, en assurant ainsi un bon contact entre elles, c'est-à-dire un bon mouillage, le développement de la diffusion et la dissolution.

En utilisant le moule 2 (figure 2) conforme à 5 l'invention pour la production de cylindres bimétalliques, on a réussi à supprimer tout une série d'opérations, difficiles et compliquées à réaliser, d'usinage, d'épuration et d'aluminage du fourreau de fonte. Ceci supprime la nécessité d'un surchauffage de l'alliage d'aluminium 10 de la pièce intercalaire, d'un chauffage du moule jusqu'à des températures élevées, ce qui abaisse sensiblement les frais de fabrication du moule et simplifie son utilisation, car on peut réaliser la coulée en moules perdus, par exemple la coulée dans des moules-carapaces, et automatiser 15 totalement le processus technologique de coulée des cylindres bimétalliques.

Le procédé de production du moule 2 constitué par deux demi-moules 17, 18 pour la fabrication de cylindres bimétalliques de machines à pistons consiste en ce que 20 chaque demi-moule mentionné 17, 18 est exécuté comme suit :

on fabrique tout d'abord un modèle en métal 21 (figure 12) dont la forme correspond à celle de la moitié du fourreau 6 (figure 1) du cylindre, 25 on recouvre la surface du modèle 21 (figure 12) d'une composition de séparation, en qualité de laquelle on utilise une solution de caoutchouc résistant à la chaleur;

ensuite on pose sur le modèle 21 de la moitié du fourreau 6 (figure 1), sur sa surface 4 de contact avec 30 la surface intérieure de ladite moitié de chemise, la moitié elle-même de la chemise d'aluminium 8 servant de pièce intercalaire 1 dans le demi-moule obtenu 17 (18);

on chauffe le modèle 21 (figure 13) du demi-fourreau avec la pièce intercalaire 1 montée sur celui-ci; 35 on verse le sable de moulage 22, par exemple un mélange sable-résine utilisé pour la coulée en carapace; on fritte le sable de moulage 22 avec la pièce

intercalaire 1, après cela on sépare le modèle 21 (figure 14) de la moitié du fourreau de la pièce intercalaire 1 et du sable de moulage aggloméré 19 avec celle-ci en obtenant ainsi un demi-moule 17.

5 A l'état chaud, on applique le fondant 3 sur la surface de la pièce intercalaire 1 (figure 2) de chaque demi-moule 17, 18 entrant en contact avec la fonte coulée 5 formant le fourreau 6, ainsi que sur la deuxième moitié de la chemise 1.

10 En opérant suivant un ordre de succession analogue des opérations, on produit le deuxième demi-moule analogue 18, puis on réunit les deux demi-moules 17, 18 entre eux en formant un seul moule 2 (figure 2).

15 Il convient de noter qu'en cas de fabrication de moules perdus pour les cylindres bimétalliques, on simplifie la fabrication de l'équipement produisant les moules, autrement dit, la chemise d'aluminium montée sur le modèle 21 (figure 12) remplace la partie la plus compliquée la plus difficile à fabriquer faisant fonction d'ailetage 20 du cylindre.

25 Le procédé proposé de fabrication de moules est simple, fiable, et se distingue avantageusement du procédé de coulée de cylindres bimétalliques en coquilles. On n'a plus besoin de faire appel à un équipement, des dispositifs et des appareils spéciaux. Selon un procédé classique, on doit réaliser en plus quelques opérations supplémentaires telles que : positionnement de la pièce intercalaire (chemise 1) sur le modèle 21 et peinture de la partie métallique des demi-moules finis 17, 18 par la solution aqueuse du fondant 7. Ces opérations sont typiques de la fonderie en général et ne nécessitent aucun équipement spécial ni main-d'œuvre auxiliaire pour leur réalisation. Le procédé s'adapte facilement à l'automatisation.

30 35 Le procédé revendiqué de coulée de cylindres bimétalliques de machines à pistons résoud le problème de la production de cylindres bimétalliques en grandes séries.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents 5 techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de fabrication d'un cylindre bimétallique de machine à pistons, du type dans lequel une pièce intercalaire nettoyée, constituée par l'un des composants du couple bimétallique du cylindre à obtenir est placée dans un moule qui est ensuite rempli d'un métal fondu constituant le deuxième composant dudit couple bimétallique, la pièce coulée obtenue est ensuite refroidie et extraite du moule, caractérisé en ce que la pièce intercalaire (1), constituant la chemise (8) du cylindre, est réalisée en alliage d'aluminium, et traitée par un fondant (3), après quoi le moule (2) est rempli de fonte destinée à former le fourreau (6) du cylindre.

2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'on refroidit la pièce intercalaire (1) en aluminium pendant la période de formation de la pièce coulée bimétallique.

3. Procédé conforme à l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on extrait la pièce coulée bimétallique du moule (2) à la température de 300 à 400°C.

20 4. Procédé conforme à l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le traitement par le fondant (3) est effectué simultanément avec la coulée de la fonte dans le moule (2).

5. Cylindre bimétallique refroidi de machine à pistons du type constitué par un fourreau de fonte entouré d'une chemise de refroidissement d'aluminium, caractérisé en ce qu'il est fabriqué conformément au procédé décrit dans l'une des revendications 1 à 4.

6. Cylindre selon la revendication 5, caractérisé en ce que la surface du fourreau (6) précité qui est orienté vers la chemise (8) précitée est munie de nervures de renforcement (12) entrecroisées situées dans les limites des cotes d'encombrement du corps de la chemise (8).

7. Cylindre selon la revendication 6, caractérisé en ce que la partie supérieure du fourreau (6) précité va en s'élargissant.

5 8. Cylindre selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que la génératrice de la surface extérieure du fourreau (6) précité est en forme d'ellipse.

9. Cylindre selon l'une des revendications 6, 7 ou 8, caractérisé en ce que son ailette de refroidissement supérieure (13) est réalisée d'une seule pièce avec le fourreau 10 de fonte (6) précité.

10. Cylindre selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que la chemise de refroidissement (8) du cylindre est placée entre son bord de butée inférieur (15) et l'aillette de refroidissement supérieure (13).

15 11. Cylindre selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que sur sa surface (4) orientée vers la fonte destinée à former le fourreau (6), la chemise de refroidissement (8) est pourvue d'un réseau de canaux (16) formant des nervures de renforcement (12) sur le corps du 20 fourreau (6).

12. Cylindre selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que la chemise de refroidissement (8) comprend des ailettes de refroidissement (14) sur sa surface extérieure.

25 13. Cylindre selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les canaux (16) sont disposés en face des ailettes de refroidissement (14).

14. Moule pour la fabrication d'un cylindre bimétallique de machine à pistons, décrit dans l'une des revendications 30 5 à 13, par le procédé décrit dans l'une des revendications 1 à 4, du type constitué par deux demi-moules, caractérisé en ce que chacun des demi-moules (17, 18) possède une partie métallique, constituée par une pièce intercalaire (1) destinée à former une moitié de la chemise (8) du cylindre, 35 fabriquée en aluminium, et une partie (19) réalisée en sable de moulage aggloméré avec la partie métallique (1) du demi-moule.

15. Moule conforme à la revendication 14, caractérisé en ce que la partie métallique du moule (2) est munie d'une masselotte (20).

16. Moule conforme à l'une des revendications 14 et 15,  
5 caractérisé en ce qu'on applique un fondant (3) sur la partie métallique de chaque demi-moule (17, 18) suivant le plan d'assemblage de ceux-ci et sur la surface (4) entrant en contact avec la fonde coulée.

17. Procédé de fabrication du moule conforme à l'une des revendications 14, 15 et 16, du type constitué par deux demi-moules pour la fabrication d'un cylindre bimétallique de machine à pistons, caractérisé en ce qu'on fabrique d'abord un modèle (21) de forme identique à celle d'une moitié du fourreau (6) du cylindre, on recouvre d'une composition de séparation la surface du modèle (21), ensuite on place sur celle (4) des surfaces dudit modèle de la moitié du fourreau (6) qui est destinée à entrer en contact avec la surface intérieure de la moitié précitée de la chemise la moitié en aluminium elle-même de la chemise (8) servant de pièce intercalaire (1) dans le moule à obtenir, on chauffe le modèle (21) du demi-fourreau avec la pièce intercalaire (1) montée sur celui-ci, on les recouvre de sable de moulage (22) et on soumet celui-ci à un frittage, puis on sépare le modèle (21) de la moitié du fourreau d'avec la pièce intercalaire (1) et le sable de moulage (19) fritté, en obtenant ainsi l'un (17) des demi-moules, en effectuant les opérations précédentes dans le même ordre de succession on obtient le deuxième demi-moule (18), on assemble les deux demi-moules l'un à l'autre et l'on obtient le moule entier.

18. Procédé de fabrication du moule conforme à la revendication 17, caractérisé en ce qu'on applique un fondant sur celle des surfaces de la pièce intercalaire (2) de chaque demi-moule (17,18) qui est destinée à entrer en contact avec la fonte coulée formant le fourreau (6).

PL I-6

2481969

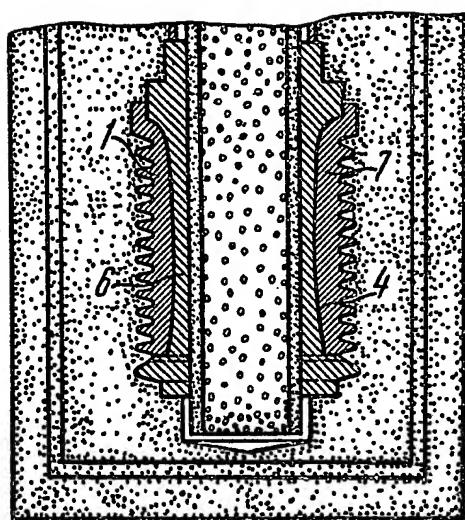


FIG. 1

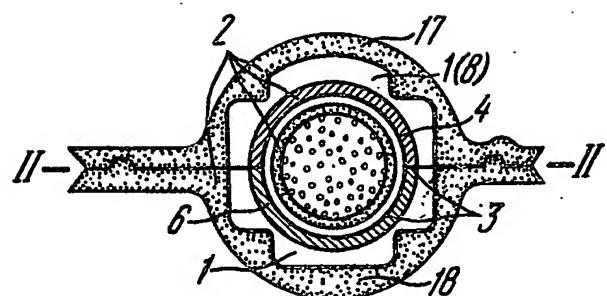


FIG. 2

PL II-6

2481962

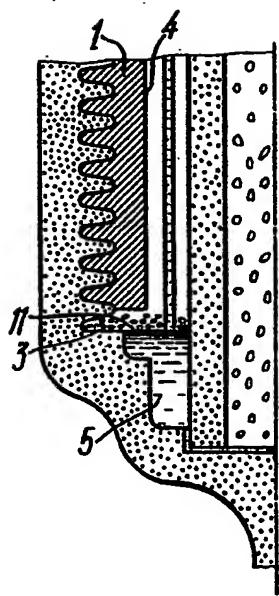


FIG. 3

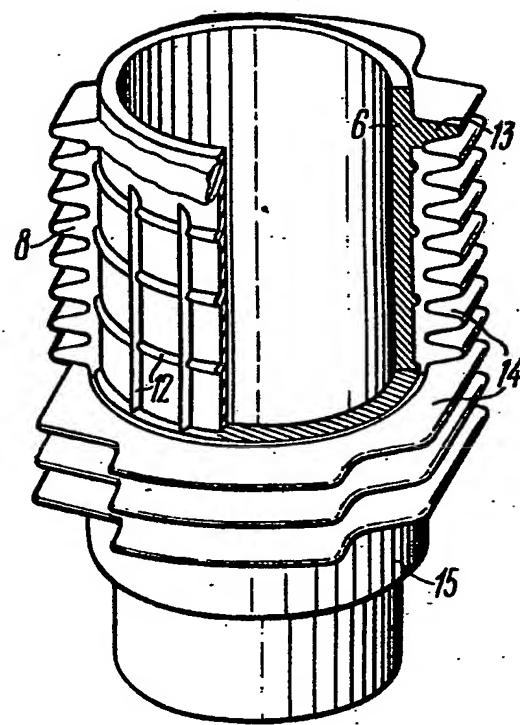


FIG. 4

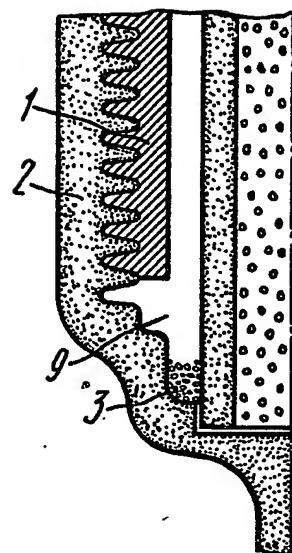


FIG. 5

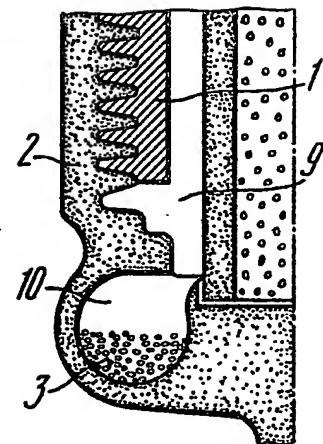


FIG. 6

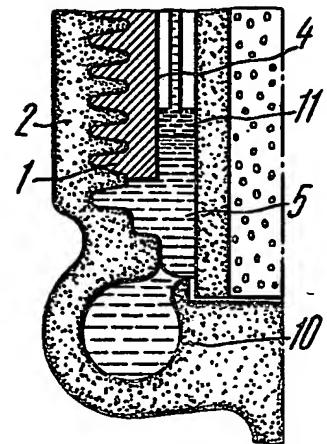


FIG. 7

PL IV-5

2481960

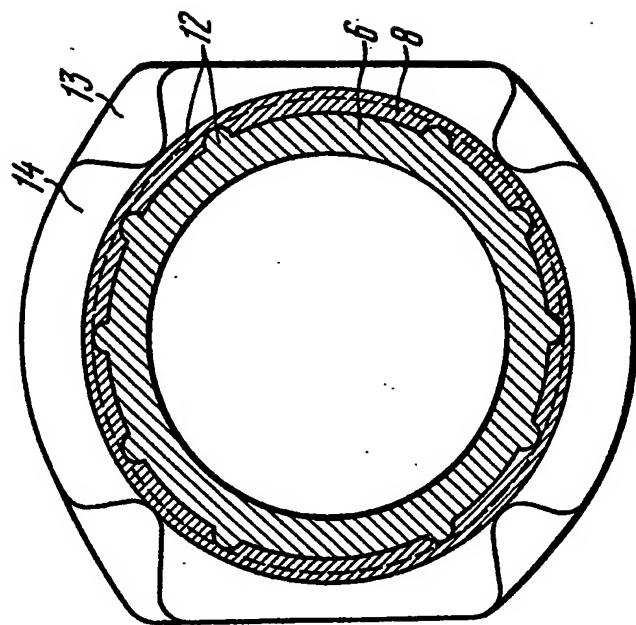


FIG. 9

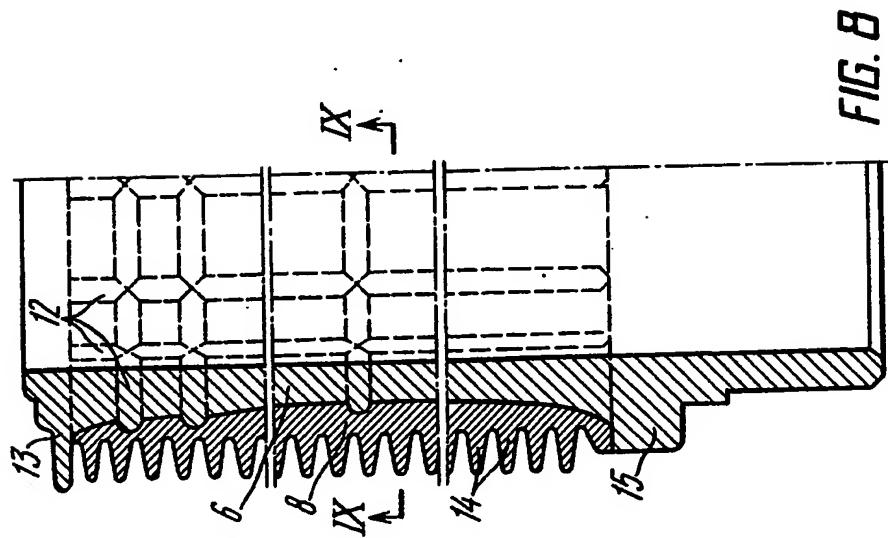


FIG. 8

PL II-6

2481962

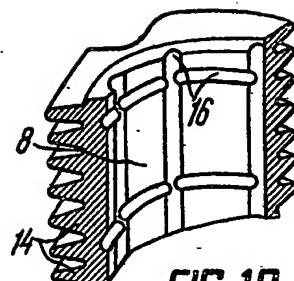


FIG. 10

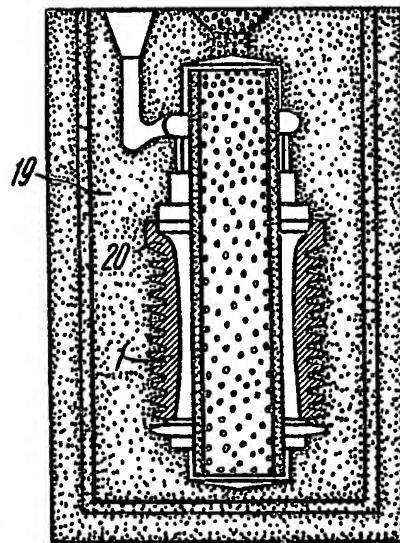


FIG. 11

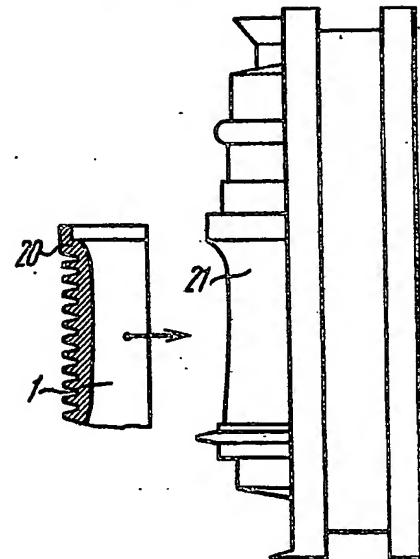


FIG. 12

PL VI-C

2481962

